

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-159079

(43)Date of publication of application : 19.06.1990

(51)Int.Cl.

H01L 41/187

H01L 41/09

(21)Application number : 63-313621

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 12.12.1988

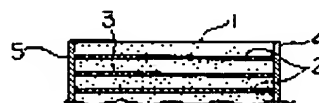
(72)Inventor : ISOTANI YUJI  
KANBE KATSUNORI  
KAWAKAMI YASUNOBU  
OGURA MASAMI

## (54) PIEZO-ELECTRIC MATERIAL FOR ACTUATOR AND LAMINATED DISPLACEMENT ELEMENT THEREOF

### (57)Abstract:

PURPOSE: To increase the distortion amount at the practical actuation temperature by substituting barium in barium titanate with predetermined proportion of strontium to lower the Curie point.

CONSTITUTION: A piezo-electric material for an actuator has the composition denoted by a formula:  $(Ba_{1-X}Sr_X)TiO_3$  (where  $X=0.1-0.5$ ). This piezo-electric material is prepared by firstly mixing barium carbonate powder, strontium carbonate powder, and titanium oxide powder at the predetermined ratio, and then after calcining at  $900-1200^\circ C$  for 1-5 hours, grinding to obtain the piezo-electric material powder. After this powder is molded into a predetermined shape, it is sintered at  $1350-1500^\circ C$  for 1-5 hours to obtain piezo-electric ceramics. Positive electrode plates 2 and negative electrode plates 3 are alternately arranged between the piezo-electric material members 1 in a displacement element using this piezo-electric material, and the positive electrode plates 2 are connected to an electric conductor 4 and the negative electrode plate 3 to an electric conductor 5. When a voltage is applied between the electric conductors 4, 5, each thin member is distorted so that the distortion amount of the whole element will be n times that of the single member.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 2 - 1 5 9 0 7 9

(43) 公開日 平成 2 年 (1990) 6 月 19 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/187	8 0 0			
H 0 1 L 41/09	8 0 1			
			H 0 1 L 41/187 8 0 0	
			H 0 1 L 41/09 8 0 1	
			H 0 1 L 41/18 1 0 1 B	
審査請求 未請求			(全 5 頁)	最終頁に続く

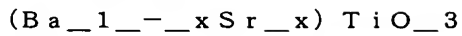
(21) 出願番号	特願昭63-313621	(71) 出願人	000000532 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山2丁目1番1号
(22) 出願日	昭和63年(1988)12月12日	(72) 発明者	磯谷 祐二 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所和光研究所内
		(72) 発明者	神戸 克典 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所和光研究所内
		(72) 発明者	川上 泰伸 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所和光研究所内
		(74) 代理人	高石 橘馬 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエータ用圧電材料及びその積層型変位素子

(57) 【要約】 本公報は電子出願前の出願データであるため要約のデータは記録されません。

## 【特許請求の範囲】

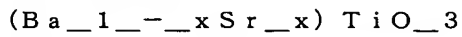
(1) 下記一般式：



(ただし  $x = 0.1 \sim 0.5$ )

により表される組成を有することを特徴とするアクチュエータ用圧電材料。

(2) 下記一般式：



(ただし  $x = 0.1 \sim 0.5$ )

により表される組成を有する圧電材料からなる複数の薄板と、電極板とを交互に積層したことを特徴とするアクチュエータ用積層型変位素子。 10

(3) 請求項 2 に記載の積層型変位素子において、前記圧電材料が単結晶であり、かつ前記薄板の結晶軸が一致していることを特徴とする積層型変位素子。

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報(A) 平2-159079

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)6月19日

H 01 L 41/187  
41/097342-5F  
7342-5FH 01 L 41/18  
41/081 0 1 B  
S

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑮ 発明の名称 アクチュエータ用圧電材料及びその積層型変位素子

⑯ 特 願 昭63-313621

⑰ 出 願 昭63(1988)12月12日

⑱ 発 明 者 磯 谷 祐 二 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所和光研究所内  
 ⑱ 発 明 者 神 戸 克 典 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所和光研究所内  
 ⑱ 発 明 者 川 上 泰 伸 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所和光研究所内  
 ⑱ 発 明 者 小 椋 正 己 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所和光研究所内  
 ⑲ 出 願 人 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山2丁目1番1号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 高石 橋 馬

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

アクチュエータ用圧電材料及びその積層型変位素子

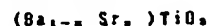
## 2. 特許請求の範囲

## (1) 下記一般式:

(ただし  $x=0.1 \sim 0.5$ )

により表される組成を有することを特徴とするアクチュエータ用圧電材料。

## (2) 下記一般式:

(ただし  $x=0.1 \sim 0.5$ )

により表される組成を有する圧電材料からなる複数の薄板と、電極板とを交互に積層したことを特徴とするアクチュエータ用積層型変位素子。

(3) 請求項2に記載の積層型変位素子において、前記圧電材料が単結晶であり、かつ前記薄板の結晶軸が一致していることを特徴とする積層型変位

素子。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は自動車のブレーキ装置等に使用するアクチュエータ用の圧電材料、及びそれを用いた積層型変位素子に関する。

〔従来の技術〕

電界を加えると機械的な歪みを生じる性質を有する物質は一般に圧電材料と呼ばれ、電気機械変換素子としてパイモルフ、圧電火花素子、超音波振動子、圧電ブザー、セラミックフィルター等に広く利用されている。またこのような用途に使用し得る圧電材料として、 $\text{BaTiO}_3$ 、 $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ 、 $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{LiTaO}_3$ 等が知られている。

一般に圧電材料に電界をかけるとその結晶構造が変化し、その結晶変位点において極大の歪量(電気機械結合定数)を示す。結晶変位点は各圧電材料により異なるので、目的の作動温度に応じ、適当な圧電材料を選択して用いている。

最近、精密工作機械における位置決め、流体量

## 特開平2-159079(2)

制御バルブ、あるいは光学装置の光路長制御などの駆動源として使用されるアクチュエータ用圧電材料にBaTiO<sub>3</sub>系磁器を使用することが提案された(特開昭62-154680号)。

このBaTiO<sub>3</sub>系磁器はSiO<sub>2</sub>及びAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、さらに必要に応じて、Y、La、Ce等の希土類元素を添加したもので、磁器中に空間電荷を有し、この空間電荷とBaTiO<sub>3</sub>の強誘電性とがあいまって、電界の印加に伴う歪量が分極方向に依存せず、高い負電圧を印加しても分極反転が起こらない等の特徴を有する。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、このBaTiO<sub>3</sub>系磁器からなる圧電材料は、Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>のように例えば表面体晶系強誘電相と正方晶系強誘電相の結晶変態点を実際の作動温度において得られず、実際の作動温度(約-30℃〜約+70℃)の範囲においては十分に大きな歪量が得られないという問題がある。

従って、本発明の目的は実際の作動温度において大きな歪量を示すアクチュエータ用圧電材料を

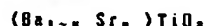
提供することである。

本発明のもう1つの目的は、かかる圧電材料からなる薄膜を電極枝と交互に積層してなる積層型変位素子を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者等はBaTiO<sub>3</sub>中のBaを所定の割合のSrで置換することによりキュリー点を低下することができ、もって実際の作動温度における歪量を大きくすることができることを発見し、本発明に想到した。

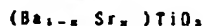
すなわち、本発明のアクチュエータ用圧電材料は下記一般式：



(ただし  $x=0.1 \sim 0.5$ )

により表される組成を有することを特徴とする。

また本発明のアクチュエータ用積層型変位素子は、下記一般式：



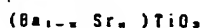
(ただし  $x=0.1 \sim 0.5$ )

により表される組成を有する圧電材料からなる複

数の薄板と、電極板とを交互に積層したことを特徴とする。

本発明を以下詳細に説明する。

本発明の圧電材料は下記一般式により表される組成を有する。



(ただし  $x=0.1 \sim 0.5$ )

BaTiO<sub>3</sub>自身は120℃のキュリー点(Tc)を有するが、Srの量が増大するにつれてキュリー点が低下する。一般に作動温度において常誘電相(立方晶)と強誘電相(正方晶)との共存状態にある場合、外部電場の印加により常誘電相から強誘電相への相変化が起こり、結晶の格子定数が大きく変化することにより大きな歪みが発生する。この相転移歪が通常のBaTiO<sub>3</sub>の圧電歪に加わることにより、全体として大きな歪量が得られる。

大きな歪量を得るためにはキュリー点は作動温度に近いことが必要である。例えば作動温度が室温(24℃)の場合、圧電材料のキュリー点は24℃に対して-10℃〜+15℃の範囲(14〜39℃の範

囲)である必要がある。この場合Srの量  $x$  は0.24〜0.34の範囲であり、このときの歪量はBaTiO<sub>3</sub>と比べて平均で20%、最大では40%以上向上している。

次に、作動温度が70℃と比較的高い場合、キュリー点は70℃に対して-20℃〜+23℃の範囲であり、このときのSrの量  $x$  は0.1〜0.25の範囲である。逆に作動温度が-30℃と低い場合、キュリー点は-30℃に対して-5℃〜+7℃の範囲であり、このときのSrの量  $x$  は0.45〜0.5の範囲である。

一般に自動車等のアクチュエータとしては、作動温度は-30℃〜+70℃の範囲であるので、Srの量  $x$  は0.1〜0.5の範囲にあればよい。

本発明の(Ba<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>)TiO<sub>3</sub>系圧電材料は次のようにして製造することができる。まず炭酸バリウム粉末と炭酸ストロンチウム粉末と酸化チタン粉末とを所定の割合で混合し、900〜1200℃で1〜5時間仮焼した後粉砕することにより所望の組成の圧電材料粉末を得る。この粉末を金型プレス、冷間静水圧プレス等により所望の形状に成形した

## 特開平2-159079(3)

後、1350～1500℃で1～5時間焼結することにより圧電セラミックスとする。これを必要に応じ所望の厚さにスライスして使用する。

本発明において上記圧電材料を単結晶とするのが好ましい。圧電材料の単結晶化は、例えば所望の組成の圧電材料の焼結体又は粉末を白金るつばに入れ、高周波で加熱溶融した後、チョクラルスキー法で単結晶を育成する方法や、焼結体の円柱の一部の帯域（ゾーン）に高周波レーザー光又はハロゲン光を集中させることにより溶融させ、単結晶する方法（ゾーンメルティング法）等により行うことができる。単結晶化した $(\text{Ba Sr})\text{TiO}_3$ は、特定の方向（C軸方向）において、より大きな歪量を示すので、単結晶の圧電材料をC軸に垂直にスライスし、それを積層することにより大きな歪量を示す変位素子を作ることができる。

本発明の圧電材料を用いた変位素子は以下のような構成である。すなわち、圧電材料の薄板を電極板を介して複数枚（ $n$ 枚）積層して、積層体とし、1枚おきの電極板と接触する導電体を積層体

の両側に設けた構造とする。その一例を第1図及び第2図に示す。圧電材料1の間には正の電極板2と負の電極板3とが交互に配置されており、正の電極板2は導電体4に、また負の電極板3は導電体5にそれぞれ接続している。従って、導電体4、5間に電圧を印加すれば、圧電効果により各薄板が歪み、素子全体としてはその $n$ 倍の歪量が得られる。各圧電材料の薄板は0.2～1mmの厚さを有し、100～200枚程度積層するのが好ましい。また電極板は、スクリーン印刷法、蒸着法、メッキ法、ドクターブレード法等により、圧電材料の薄板上に形成することができる。

圧電材料が単結晶の場合、各薄板をC軸に垂直に形成し、それを積層する。このような構造とすることにより、多結晶の圧電材料を使用する場合と比較して約3倍以上の歪特性が得られる。

なお本明細書において用語「圧電材料」は一般に電気機械変換特性を有する材料を意味し、圧電セラミックスのみならずいわゆる電歪材料をも包含するものである。

## 〔実施例〕

本発明を以下の実施例によりさらに詳細に説明する。

## 実施例1

出発原料として炭酸バリウム、炭酸ストロンチウム及び酸化チタンを用い、一般式： $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ において $x = 0 \sim 0.4$ の範囲内の各種の割合で出発原料を配合した。得られた各混合物を500 kg/cm<sup>2</sup>の圧力で金型成形し、1450℃で2時間焼結した。焼結体を厚さ0.5 mmにスライスし、薄板とした。これに金からなる電極板をスパッタ法により形成し、全体として10 mmの高さとなるように積層した。このようにして得られた積層型の変位素子に、24℃において3.2 kV/mm<sup>2</sup>の電界強度となるように電圧をかけ、変位素子の歪量を測定した。これにより、圧電材料中のSrの量 $x$ と歪量 $(\Delta l/l)$ との関係を求めた。結果を第3図に示す。

第3図から明らかな通り、24℃の作動温度の場合 $x = 0.24 \sim 0.34$ の範囲において大きな歪量が得られることがわかる。特に好ましいSrの割合は、

$x = 0.27 \sim 0.33$ である。

## 実施例2

実施例1と同様にして、 $x = 0 \sim 0.5$ となるように $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ 圧電セラミックスを製造し、各Sr量におけるキュリー点(Tc)を測定した。結果を第4図に示す。

第4図から明らかな通り、Sr量 $x$ が増大するにつれてキュリー点が低下する。

## 実施例3

実施例1と同様にして、 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ において $x = 0 \sim 0.5$ となるように圧電材料を製造し、それから第1図に示す構造の変位素子を形成した。得られた変位素子に-30℃、+24℃及び+70℃の作動温度において、3.2 kV/mm<sup>2</sup>の電界強度となるように電圧をかけ、歪量 $(\Delta l/l)$ を測定した。各作動温度における歪量が $0.6 \times 10^{-3}$ 以上となるSr量を求めた。結果を第5図に示す。

第5図から明らかなように、良好な歪特性を示す組成範囲は作動温度により異なり、一般に作動温度が高くなるに従って $x$ が小さくなる。本実施

## 特開平2-159079(4)

例においては作動温度と $x$ とは以下の関係がある。

-30℃:  $x=0.45\sim0.50$

+24℃:  $x=0.24\sim0.34$

+70℃:  $x=0.10\sim0.25$

## 〔発明の効果〕

以上に詳述した通り、本発明の圧電材料は $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ 系圧電セラミックスにおいて $x=0.1\sim0.5$ の範囲にあるので、実際の作動温度(-30℃～+70℃)において大きな歪量を示す。

このような圧電材料からなる積層型変位素子は、自動車のブレーキ装置におけるアクチュエータや、精密機械のアクチュエータ等に使用するのに適する。特に自動車のブレーキ装置に用いる場合、車輪のブレーキによるロックを防止する装置(アンチロックブレーキ装置)用のアクチュエータとして使用するのに好適である。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の圧電材料からなる積層型変位素子の一例を示す斜視図であり、

第2図は第1図の積層型変位素子の拡大断面図

面図であり、

第3図は本発明の $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ 系圧電材料におけるSr量 $x$ と歪量との関係を示すグラフであり、

第4図は本発明の $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ 系圧電材料におけるSr量 $x$ とキュリー点( $T_c$ )との関係を示すグラフであり、

第5図は本発明の $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{TiO}_3$ 系圧電材料が大きな歪量を示すときのSr量と作動温度との関係を示すグラフである。

1・・・圧電材料薄板

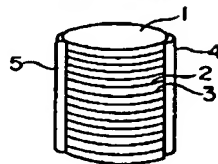
2,3・・・電極板

4,5・・・外部導電体

出願人 本田技研工業株式会社

代理人 弁理士 高石 橋 尾

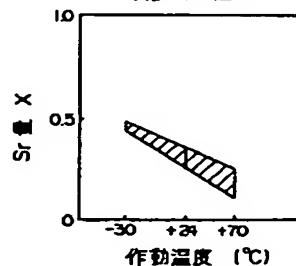
第1図



第2図



第5図





特開平2-159079 (5)

